

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-133236

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

---

(51)Int.Cl. H01M 2/16  
// H01M 10/24

---

(21)Application number : 10-302666

(71)Applicant : JAPAN STORAGE BATTERY CO LTD  
GS MELCOTEC KK

(22)Date of filing : 23.10.1998

(72)Inventor : WATARI KOYO  
AOKI TAKU  
NAKAMITSU KAZUHIRO  
MIZUTANI MINORU

(30)Priority

Priority number : 10234743

Priority date : 20.08.1998

Priority country : JP

---

**(54) SEPARATOR FOR NONAQUEOUS ELECTROLYTE SECONDARY BATTERY**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance shape holding property and SD characteristics to increase safety of a battery by specifying the weight ratio of polyethylene(PE) in a composite film made of PE and resin having higher melting point than that of PE.

SOLUTION: The weight ratio of PE in a composite film for a separator is made 1-3 to other resin. The melting point of PE is preferable to be 120-140° C. As the resin used together with PE, polypropylene(PP) is especially preferable. The melting point of the resin is preferable to be higher 20° C or more than that of PE. In the composite film made of PE and PP, independent at least one continuous microporous layer of each of both components is preferably formed on the whole surface. The composite film is preferable to be a microporous film having a thickness of less than 40 μm in a temperature range from normal temperature to the melting point of PE or thermally blocking temperature.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.05.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-133236

(P2000-133236A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 1 M 2/16		H 0 1 M 2/16	P 5 H 0 2 1
// H 0 1 M 10/24		10/24	5 H 0 2 8

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平10-302686	(71) 出願人	000004282 日本電池株式会社 京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町 1番地
(22) 出願日	平成10年10月23日 (1998. 10. 23)	(71) 出願人	597176832 ジーエス・メルコテック株式会社 京都市南区吉祥院新田町ノ段町5番地
(31) 優先権主張番号	特願平10-234743	(72) 発明者	亙 幸洋 京都市南区吉祥院新田町ノ段町5番地 ジ ーエス・メルコテック株式会社内
(32) 優先日	平成10年8月20日 (1998. 8. 20)	(74) 代理人	100096840 弁理士 後呂 和男 (外2名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非水電解液二次電池用セパレータ

(57) 【要約】

【課題】 温度上昇時にも形状保持力を有して不用意な短絡を防止し、かつ、シャットダウン機能を有する非水電解液二次電池用のセパレータを提供する。さらに、巻回型素子に形成する際の巻芯の抜け性を配慮することで、当該工程における生産性を高める。

【解決手段】 ポリエチレンと、それよりも融点の高い樹脂からなる複合膜で、複合膜中のポリエチレンの重量比率を、他の樹脂に対して1より大きく3より小さい値に設定する。また、高融点樹脂としてポリプロピレンを用いた際に、表裏外面に摩擦係数の小さなポリプロピレンが位置する構造とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ポリエチレンと、それよりも融点の高い樹脂からなる複合膜で、複合膜中のポリエチレンの重量比率が、他の樹脂に対して1より大きく3よりも小さいことを特徴とする非水電解液二次電池用セパレータ。

【請求項2】請求項1において、ポリエチレンの融点が120～140℃の範囲にあり、他方の樹脂の融点がポリエチレンの融点に比べて少なくとも20℃以上高いことを特徴とする、非水電解液二次電池用セパレータ。

【請求項3】融点の高い樹脂が、ポリプロピレンであることを特徴とする、請求項1または2に記載の非水電解液二次電池用セパレータ。

【請求項4】ポリエチレンおよびポリプロピレンが、独立してそれぞれ少なくとも1層の連続した微多孔質層を形成していることを特徴とする、請求項3に記載の非水電解液二次電池用セパレータ。

【請求項5】複合膜が、常温～ポリエチレンの融点の温度範囲において、膜厚40μm未満の微多孔質膜である、請求項1から4に記載の非水電解液二次電池用セパレータ。

【請求項6】微多孔質のポリエチレン層およびポリプロピレン層を組み合わせる三層以上の複合膜であり、表裏の外面にポリエチレン層を配したことを特徴とする非水電解液二次電池用セパレータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非水電解液二次電池用のセパレータ、特に、外部短絡、過充電、加熱などの異常な事態に置かれた際の電池の破裂・発火を防ぎ、安全性の高いリチウムイオン電池を提供するのに有用なセパレータに関する。

【0002】

【従来の技術】リチウムイオン電池においては、負極材としては、例えば、カーボンあるいはグラファイト等のリチウムイオン吸着能またはインターカレーションによる吸蔵能のある有機材料、あるいはリチウムイオンをドーピングした導電性高分子で形成したもの等が用いられる。正極材としては、リチウム含有遷移金属酸化物を中心とした各種セラミック正極材が提案されている。電解液には、電解質としてLiPF<sub>6</sub>、LiCF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>、LiClO<sub>4</sub>、LiBF<sub>4</sub>等を溶解した、各種有機溶媒系の電解液を使用する。

【0003】リチウムイオン電池は、高電圧でも分解されない有機溶媒と電解質を用いることで電池電圧を高めたものであるが、何らかの原因により異常電流が流れた場合、電池温度が著しく上昇して電池を組み込んだ機器に熱的ダメージを与え、さらには電池内に可燃性ガスが蓄積されるために、電池の破裂・発火に至る危険性がある。

【0004】かかる危険を回避するため、微多孔質フィ

ルムまたはシートからなるセパレータに、内部ヒューズとしての機能も兼備させることが提案されている。すなわち、正常な使用状態においては、正極材と負極材の間に存在して両極の短絡を防止すると共に、その多孔質構造により両極間の電気抵抗を低く抑えて高電池電圧を維持するが、異常発生により電池の内部温度が上昇した場合には、一定の温度で膜の微多孔を塞いで無孔質化する（以下、熱閉塞という）ことにより電気抵抗を増大させて電池反応を遮断し、さらなる温度上昇を防止して安全性を確保しようとするものである。

【0005】この熱閉塞による回路の遮断機能は、セパレータのシャットダウン（以下、SDと記す）特性と称し、リチウムイオン電池用セパレータに求められる重要な機能の一つとなっている。

【0006】熱閉塞が起こる温度を、以下「熱閉塞温度」と称するが、この熱閉塞温度に影響を与える重要なパラメータの一つに、セパレータを構成する材料の融点が挙げられる。

【0007】さらに、安全性確保の観点からは、増大した電気抵抗は適当な温度まで維持されることが必要である。SDが完璧に起こった場合は、残留電流は瞬時に零まで低下する筈であるが、実際には難しく、温度はオーバーシュートすることが多い。従って、熱閉塞温度を超えて電池内温度が上昇した場合に、膜が収縮や破損するようでは、正負極電極の直接の接触、すなわち内部短絡を引き起こし、非常に危険な状態となる。すなわち、熱閉塞温度を超えて、さらに温度が上昇したときのセパレータの形状保持力が重要となる。

【0008】ここで「形状保持力」とは、膜が収縮や破損することなく一定の膜面積を維持し続ける性質をいい、また、温度の上昇に伴って膜の形状保持力が喪失する温度を、以下「耐熱温度」と称する。耐熱温度に影響を与えるパラメータとして最も重要なのは、セパレータを構成する材料の融点である。

【0009】以上、SD特性と形状保持力を兼備させるという観点から、リチウムイオン電池用セパレータとして、従来のポリエチレン（以下、PEと記す）やポリプロピレン（以下、PPと記す）などの単独樹脂微多孔質膜に代わって、近年は、融点の異なる樹脂を組み合わせることで用いることが提案されてきている。

【0010】例えば、特公平4-38101号公報には、少なくとも1枚の約80℃乃至150℃の温度において実質的に無孔化する微細孔性第1種シートと、少なくとも1枚の第1種シートが無孔化する温度よりも少なくとも約10℃高い温度において形状保持力を有する第2種シート、の少なくとも2層を有する電池用セパレータに関する技術が開示されている。

【0011】また、特開平5-331306号公報には、PPとPEとの熔融混合物をフィルム成形し、PPの多孔質連続層とPEの多孔質非連続層からなる相分離

構造を有する複合膜とする技術が開示されている。

【0012】また、特公平7-50601号公報には、融点の異なるPPとPEの微多孔質膜を張り合わせて袋状にし、この袋状内に正負極のどちらか一方を挿入した非水電解液電池に関する技術が開示されている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これまでに提案されている複合化積層シートでは、シートを構成する複数の樹脂の構成比率が明確に規定されておらず、この比率が適正な範囲を外れた場合には意図した効果が得られない、という欠点があった。

【0014】特開平5-331306号公報では、樹脂混合における重量比率にも言及されているが、該技術はPPの連続微多孔質層中にPEの微多孔質層が点在する構造を形成せしめるものであり、その機能の発現形態が本発明とは異なる。このような樹脂混合相分離シートでは、SD特性を担うPEのシート内での分散性に微視的ではあるもののムラがあり、従ってその溶融に伴う熱閉塞が均一に起こり得ないため、PEがシート全面に均一に分散している場合に比べて、SD特性の迅速な発現という点において不利である。

【0015】ところで、リチウムイオン電池は、密閉形ジェリーロール構造に形成されることが多いが、このような電池では、通常、セパレータを介して正極と負極とを巻回させた巻回型発電素子が使用される。巻回型発電素子を形成するには、金属（一般的にはステンレス鋼）製の巻芯の巻軸方向に設けられたスリットに、帯状セパレータの適当な位置を短辺方向に挟んで数回転させ、巻き付けていく。適当な長さ巻回させたところで、セパレータ、負極、正極を切断し、次いで、巻芯を引き抜く。あるいは、二枚のセパレータの各表面に、巻始めとなるセパレータ端部から一定間隔ずらして正極と負極とを配置して重ね、巻芯に端部を挟んで巻回させ、切断した後、巻芯を引き抜くという方法もある。

【0016】何れの方法によるにせよ、巻回型発電素子を形成するには、金属製の巻芯に極板を巻き付けた巻回体から、巻芯を抜き取る作業を伴う。巻回体中の巻芯には、セパレータのみが接した状態となっているが、巻芯を抜き取る際に、巻芯とセパレータの間の滑りが悪いと巻芯が容易に抜けず、また無理に引き抜くと巻回体の中心部が巻芯と共に突出し、巻回状態が乱れて不良を生じるなど、生産性が低下するという問題を生じる。従来、金属との摩擦係数が比較的小さなPEのセパレータを使用した場合は、巻芯抜け不良による生産性の低下は免れることができたが、PE単層のセパレータでは耐熱性に劣るという欠点があった。

【0017】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明は、上述のような課題を解決するため、以下の構成を有する。すなわち、PEとそれよりも融点の高い樹脂からなる複合

膜で、複合膜中のPEの重量比率が、他の樹脂に対して1より大きく3よりも小さいことを特徴とする非水電解液二次電池用セパレータである。

【0018】ここで、PEとしては、高密度、中密度、低密度の各種分枝PE、線状PEなど何れのPEも使用できる。また、適宜、各種の可塑剤、酸化防止剤、難燃剤などの添加剤を、適量含有したもので良い。電池内温度の上昇に伴って、複合膜中でこのPEが溶融し熱閉塞することで、SD特性が発現する。従って、適正温度範囲でSDを起こらせるために、このPEの融点は120～140℃、より好ましくは120～130℃の温度範囲にあることが望ましい。

【0019】本発明でPEと共に用いられる樹脂としては、有機溶媒との反応性が低く、高融点で耐熱性に優れ、微多孔質薄層化が可能であり、常温からPEの融点の温度範囲内における電気抵抗値の小さな樹脂が好ましい。具体的には、ポリオレフィン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリフェニレンスルフィドなどが考えられるが、生産コストなどの経済性をも考慮すると、ポリオレフィン、中でもPPの使用が、より望ましい。

【0020】電池内温度が熱閉塞温度を超えて上昇した場合、複合膜中のこの樹脂がもとの形状を維持することで、セパレータ膜全体の形状が保持される。従って、複合膜の耐熱温度を熱閉塞温度に比べて十分に高くするために、この樹脂の融点はPEの融点と比べて20℃以上高いことが望ましい。

【0021】本発明は、SD特性を担うPEと形状保持力を担う融点の高い樹脂との複合膜において、これらの重量割合を限定することにより、より高レベルで二つの機能の両立を図ろうとするものである。

【0022】本発明者は、すでに提案されている技術について検討し、融点の異なる樹脂を上手く組み合わせる用いることが、SD特性と形状保持力を兼ね備えたセパレータを調製する手段として有用であることを確認し、さらに、その際の樹脂の構成比率が非常に重要であることを見出した。

【0023】すなわち、複合膜中の低融点樹脂（本発明においてはPE）の割合が高いと、SD特性の発現の面では有利であるが、他方の樹脂量が不足するために熱閉塞温度以上で膜形状を保持し得ず、従って耐熱温度が低くなり、総合的に見て電池の安全性は確保できない。逆に、融点の高い樹脂量が多すぎると、低融点樹脂量が不足して、これが熱溶融した場合にも膜面積全面を被覆することができず、電流を完全に遮断することができないため、電池温度の上昇を制御し得ず、やはり総合的に安全性は確保できないのである。

【0024】樹脂構成比率について様々に検討を重ねた結果、低融点樹脂として最も有望なPEを用いた場合、実際の高度な機能の両立を可能にするためには、複合

膜中のその重量比率が、他の樹脂に対して1より大きく3より小さい範囲にあることが望ましいと結論するに至った。この範囲の中でも最も適当な樹脂比率は、使用する樹脂の諸性質、目的とする電池の想定使用環境などにより、変動する。

【0025】ところで、性質の異なる複数の樹脂からなる複合膜を調製する手段は、①それぞれの樹脂の膜を調製した後に、圧着・接着など何らかの方法により合体させる、②樹脂を予め混合し、この混合物から成膜する、方法に大別できる。本発明の複合膜を調製する方法は、何れかの方法に限定されるものではないが、要求性能の発現のためには①の方法によって調製する方が、より望ましい。

【0026】これは、膜の形状保持力を担う高融点樹脂が、膜面積全体にわたる連続層を形成している必要があることは勿論、SDの際に膜面全体でムラなく熱閉塞が起るために、PEも膜全体に均質に分散していることが望ましいからである。いいかえれば、特公平5-331306に開示されているような、PEのマイクロ相分離層が点在している形態よりも、本出願の請求項4に記載したように、それぞれに独立した少なくとも1層の連続微多孔質層が全面に形成されている複合膜の方が、より好ましいということである。

【0027】さらに、電池が出来るだけ大きな起電力を有するために、通常の使用状態、すなわち、常温からPEの融点もしくは熱閉塞温度までの温度範囲において、複合膜は膜厚40μm未満、より好ましくは20~40μmの微多孔質膜であることが望ましい。

【0028】微多孔質膜の電気抵抗値には、多くのパラメータが複雑に影響を及ぼすが、透気度と空孔サイズの積にほぼ比例することが知られている。セパレータとしては、一般に、空孔率が40~60%の範囲にあり、通気度が90~1000秒/100cc、好ましくは400~800秒/100ccの膜が用いられる。

【0029】また、セパレータの膜厚は、電気抵抗値を小さくするためのみならず、限られた電池容器内に正負極を効率よく充填し、対向面積を大きくして電池のエネルギー密度を上げるために、できるだけ薄いことが要求される。一方で、製造プロセスにおける膜の破損および使用中に電極表面からセパレータに細かな粒が食い込む\*

ことによる破損を防ぐために、十分な引張強度および突き刺し強度が要求される。具体的には、長手方向で1000kg/cm<sup>2</sup>以上、幅方向で50kg/cm<sup>2</sup>以上の引張強度が必要とされている。高エネルギー密度と十分な膜強度を発現するために、本発明により調製される膜は膜厚20~40μm、より好ましくは24~26μmであることが望ましい。

【0030】なお、PE以外の樹脂としてPPを用いる場合、巻回型発電素子を形成する際の巻芯の抜け性を考慮すれば、金属との摩擦係数がPPに比べて1/2~1/3と小さなPEが、金属と接するセパレータ外層に位置する配置、すなわち、PEが表裏の外面に位置するように積層されていることが望ましい。PEが外面に配されているセパレータでは、SD特性を担うPEが、より電極に近接して位置することになるために、SD特性の発現の観点からも有利である。

【0031】  
【発明の効果】本発明によって調製されるセパレータは、PEの融点から他方の樹脂の融点までのある特定温度において、複合膜全体としての長さおよび幅を保持したまま、膜中に無孔質の連続層が形成されて有機電解液中での電気抵抗値が急激に上昇することを特徴とする複合膜である。特に、本発明によれば、このような複合膜において各樹脂の構成比率が適正に管理されるため、優れた形状保持力とSD特性とを兼ね備えた、安全性の高い電池を作製する際に有用なセパレータを提供することができる。さらに、PE以外の樹脂としてPPを用い、PEを表裏の外面に配したセパレータは、巻回型発電素子を形成する際の巻芯の抜けが良いため生産性の面でも優れ、SD特性も良好に発現するものである。

【0032】  
【発明の実施の形態】以下、本発明を実施例により説明する。但し、以下に記すものは一例にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。尚、実施例および比較例中における比率は、全て重量比率を意味する。複合膜の構成、各層の厚み比、PE/樹脂比率を表1に、得られた複合膜の性質のうち膜厚、空孔率、ガーレー値(通気度)を表2に、まとめて示した。

【0033】  
【表1】

	セパレータ構成	各層厚み比	PE/樹脂比率
実施例1	PE/PP/PE	0.8/1/0.8	1.2
実施例2	PE/PP/PE	1/1/1	2.0
実施例3	PE/PP/PE	1.4/1/1.4	2.8
比較例1	PE/PP/PE	0.35/1/0.35	0.7
比較例2	PE/PP/PE	0.5/1/0.5	1.0
比較例3	PE/PP/PE	1.5/1/1.5	3.0
比較例4	PE単層	—	—

【0034】

【表2】

	膜厚(μm)	空孔率(%)	ガーレー値(秒)
実施例1	25	45-50	570
実施例2	25	45-50	590
実施例3	25	45-50	580
比較例1	25	40-45	480
比較例2	25	45-50	570
比較例3	25	45-50	540
比較例4	25	40-45	520

【0035】膜の性能については、それぞれの記載に従って調製した膜をセバレータとして正負極板間に挟んだリチウムイオン電池を作製し、評価した。

【0036】電池の正極板には、活物質としてリチウムコバルト複合酸化物、結着剤としてポリフッ化ビニリデン、導電剤としてアセチレンブラックを混合したペースト状物を、アルミニウム箔からなる集電体の両面に均一に塗布し、乾燥、プレスしたものをを用いた。負極板としては、活物質としてグラファイト、結着剤としてポリフッ化ビニリデンを混合したペースト状物を、銅箔からなる集電体の両面に均一塗布、乾燥、プレスしたものをを使用した。電解液には、エチレンカーボネートとジエチルカーボネートを体積比1/1で混合した溶媒に、LiPF<sub>6</sub>の1mol/lを溶解させたものをを用いた。

【0037】以上のように作製したリチウムイオン電池を用い、セバレータ膜の形状保持力をオープン加熱試験により、SD特性を過充電試験により評価し、結果をまとめて表3に示した。各試験は、以下の要領により行った。

【0038】

【表3】

	オープン加熱試験	過充電試験
実施例1	○	○
実施例2	○	○
実施例3	○	○
比較例1	○	×
比較例2	○	×
比較例3	×	○
比較例4	×	○

○:発煙、発火、破裂なし  
 ×:発煙、発火、破裂あり

【0039】オープン加熱試験：オープン中に、1C電流で3時間4.1Vの定電流定電圧充電をした電池を設置して、5℃/分の速度で155℃まで昇温し、90分間保持した。所定時間経過後、オープンから電池を取り出し、電池を解体した。取り出したセバレータの収縮、破膜の有無、閉塞の程度を観察し、電池が発煙、発火、破裂するなど不安全な状態に至ったものを×、これらの変化が認められなかったものを○とした。

過充電試験：2C電流の定電流で電池を充電し、異常発生または電流遮断により温度低下が起こるまで充電を続けた。発煙、発火、破裂など不安全な状態に至ったもの

を×、これらの変化が認められなかったものを○とした。

【0040】[実施例1]延伸法により多孔化した、融点約125℃のPEの微多孔膜2枚、および融点約170℃PPの微多孔質膜1枚を、ロールプレスを用いてPE/PP/PEの構成となるように積層圧着した。複合膜中の各層の厚み比は0.6/1/0.6、PE/PPの比率は1.2、であり、複合膜の膜厚は25μm、空孔率45~50%、ガーレー値570秒であった。

【0041】この複合膜をセバレータとして電池を作製した場合、155℃の高温でも形状保持力があり、過充電が起こった際には適正にSDが起こる、安全性の高い電池が得られることが分かった。

【0042】[実施例2]複合膜中のPE/PPの比率を2.0としたほかは、実施例1と全く同様に複合膜を調製し、電池に組み込んで性能を評価した。尚、この膜における各層の厚み比は1/1/1、膜厚は25μm、空孔率45~50%、ガーレー値590秒であった。

【0043】得られた複合膜をセバレータとして使用した電池は、155℃でも内部短絡を誘発することがなく、過充電に際しては十分にSD特性が発揮される、安全性の高いものであった。

【0044】[実施例3]複合膜中のPE/PPの比率を2.8とした他は、実施例1と全く同様に、各層の厚み比1.4/1/1.4、膜厚25μm、空孔率45~50%、ガーレー値580秒の複合膜を調製した。この膜を用いて電池を作製し、性能評価を行った。

【0045】得られた複合膜をセバレータとして使用した電池は、耐熱性、SD特性ともに良好な、安全性に優れた電池であった。

【0046】[比較例1]複合膜中のPE/PPの比率を0.7とした他は、実施例1と全く同様に複合膜を調製した。得られた複合膜中の各層の厚み比は0.35/1/0.35、膜厚25μm、空孔率40~45%、ガーレー値480秒であった。

【0047】この複合膜をセバレータとして使用した電池は、耐熱性は十分であるものの、SD特性に劣ったものであった。過充電試験では、PEの量が少ないためにセバレータが十分に閉塞せず充電が進行したため温度がオーバーシュートし、不安全な状態に至ったものと推測される。

【0048】[比較例2]複合膜中のPE/PPの比率を

1. 0とした他は、実施例1と全く同様に複合膜を調製した。得られた複合膜中の各層の厚み比は0.5/1/0.5、膜厚25 $\mu$ m、空孔率45~50%、ガーレー値570秒であった。

【0049】この複合膜をセパレータとして作製した電池は、155℃での形状保持力は有するが、SD特性の不十分なものであった。この複合膜でも、比較例1と同様にPEの量がやや不足していたために、十分なSDが得られなかったものであろう。

【0050】[比較例3]複合膜中のPE/PPの比率を3.0とした他は、実施例1と全く同様に複合膜を調製した。得られた複合膜中の各層の厚み比は1.5/1/\*

\*1.5、膜厚25 $\mu$ m、空孔率45~50%、ガーレー値540秒であった。得られた電池は、SD特性には優れるが、耐熱性能の不十分なものであった。

【0051】[比較例4]PE単層の膜を調製し、これをセパレータとして電池を作製して性能を評価した。PE膜の膜厚は25 $\mu$ m、空孔率40~45%、ガーレー値520秒であった。

【0052】得られた電池は、SD特性には優れるものの、耐熱温度が低く、安全性に劣るものであった。耐熱性に劣るのは、融点の低いPEのみでは155℃の高温で膜の形状を保持できず、膜の収縮、破損により内部短絡を招くためと考えられる。

フロントページの続き

(72)発明者 青木 卓  
京都市南区吉祥院新田壱ノ段町5番地 ジ  
ーエス・メルコテック株式会社内

(72)発明者 中満 和弘  
京都市南区吉祥院新田壱ノ段町5番地 ジ  
ーエス・メルコテック株式会社内

(72)発明者 水谷 実  
京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1番地  
日本電池株式会社内

Fターム(参考) 5H021 CC00 CC04 EE04 EE23 HH01  
HH03 HH06  
5H028 AA05 EE06 EE08 HH01 HH05  
HH08